

**Über intraoperative, direkte, arterielle
Druckmessungen an den Stammarterien
des Beines bei obliterierenden
Arteriopathien, Aneurysmen und
arterio-venösen Fisteln**

Hans Begemann

1964

**Über intraoperative, direkte, arterielle
Druckmessungen an den Stammarterien
des Beines bei obliterierenden
Arteriopathien, Aneurysmen und
arterio-venösen Fisteln**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Hans Begemann
aus Detmold

München 1961

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Referent: Professor Dr. R. ZENKER
Dekan: Professor Dr. W. SEITZ

Tag der mündlichen Prüfung: 19.12.1961



vorgelegt von
Hans Begegnung
als Dekan

München 1961

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
A. Einleitung	5
B. Literatur	5
Physiologie	5
Pathophysiologie der Durchblutung	6
C. Methode	8
D. Ablauf der Messungen	9
E. Eigene Untersuchungen	10
I. Druckmessungen proximal und distal isolierter Verschlüsse der Arterien der Beine.	10
1. Femoralisverschluss	10
2. Popliteaverschluss	13
II. Beobachtungen über die Druckwerte während isolierter Unter- brechung des kollateralen Zu- und Abflusses bei obliterierenden Prozessen der Stammarterien der Beine.	15
III. Druckuntersuchungen bei Aneurysmen der Extremitäten.	24
IV. Druckuntersuchungen beim Aneurysma arterio-venosum.	26
F. Besprechung der Ergebnisse	30
G. Zusammenfassung	33
H. Schrifttum	34

A. EINLEITUNG

Auf Anregung von Herrn Dr. Schlicht, Abteilungsarzt der Gefässchirurgischen Abteilung der Chirurgischen Universitätsklinik in München, befassten wir uns in der nachstehenden Arbeit mit intraoperativen Puls- und Druckregistrierungen.

Wir haben die Messungen bei rekonstruierenden Operationen an den Stammarterien des Beines gewonnen.

B. LITERATUR PHYSIOLOGIE

Ganz allgemein gilt für Flüssigkeitsströmung in Röhren die Beziehung "Stromvolumen/Zeit (V/T) ist direkt proportional dem Druckgefälle (P) und umgekehrt proportional dem Widerstand (R)". Also: V/T ist gleich P/R . Aus dem Druckgefälle resultiert dabei die Kraft zur Überwindung des Strömungswiderstandes.

Die Stromstärke i und damit das Stromvolumen/Zeit (V/T) in ml/sec^{-1} von Flüssigkeiten in starren Röhren ist nach der Formel von Poiseulle zu berechnen

$$i = \frac{P r^4 \pi}{8 \eta L} = V/T.$$

Dabei ist r der Radius der Röhre in cm , P das Druckgefälle in dyn cm^{-2} , η die absolute Viskosität der Flüssigkeit in dyn sec cm^{-2} und L die Länge der Röhre in cm .

Danach wirken sich geringste Lumenveränderungen auf das Stromvolumen erheblich aus, weil sich dieses mit dem Radius in der vierten Potenz ändert.

Das bedeutet für den Kreislauf: bei minimaler Weitenänderung der Gefässe erhebliche Mehrdurchblutung ohne jegliche Drucksteigerung.

In die Kreislaufphysiologie kann dieses Gesetz jedoch nicht ohne weiteres übernommen werden.

Nach WEZLER und SING (1) handelt es sich bei den Blutgefässen nicht um starre Röhren, sondern um elastische. Einerseits liefert der Blutdruck das Potential für die Strömung, andererseits bestimmt er den Querschnitt der Gefässe. Auf Druckerhöhung im Innern erleiden diese eine Dehnung, bei Nachlassen werden sie wieder enger. Da jeder elastische Körper als Energiespeicher dienen kann (Umwandlung von kinetischer in potentielle Energie und umgekehrt), fällt der Druck während der Diastole des Herzens nicht auf Null ab. Es wird also gleichsam die diastolische Pause zwischen den Systolen des Herzens durch die in den elastischen Wänden gespeicherte Herzkraft überbrückt (REIN, 2). Diese Wandelastizität der grossen Blutgefässe bedingt also einen, allerdings unvollkommenen, gleichmässigen Blutstrom (Windkesselfunktion). Ausgehend von der Aorta sinkt der Blutdruck

im Verlauf der Arterien gegen die Kapillaren hin mehr und mehr ab. Dabei ist der Druckabfall bis zu den Arteriolen sehr gering, im Bereich dieser sehr steil, in den Kapillaren wiederum geringer.

PATHOPHYSIOLOGIE DER DURCHBLUTUNG

Bei intraarteriellen Druckstudien an gefäßgesunden Hunden zeigte SCHENK (3), dass die Blutdruckamplitude von der Aorta thoracalis zur A. femoralis zunimmt. Da hierbei der diastolische Druck mehr abfällt als der systolische ansteigt, fällt der mittlere Druck.

Ebenso fanden SCHMITZ, SPRANGER und HERINK (4) bei dazu durchgeführten Kontrollversuchen eine leichte Tendenz zum Ansteigen der Blutdruckamplitude von der Aorta thoracalis zur A. femoralis. Nach HESS (5) ist die Regulation der Extremitätendurchblutung bei Gefäßgesunden und Patienten mit obliterierender Angiopathie prinzipiell gleich und wird durch Veränderung der Strömungswiderstände in der Endstrombahn bewerkstelligt.

Bei einem Verschluss der arteriellen Strombahn wird das abhängige Gebiet weniger durchblutet. Zur Kompensation vermindert nach HESS (5) der Körper die Strömungswiderstände in der Endstrombahn. Das bedeutet einen geringeren Druck.

EDHOLM, HOWARTH und SHARPEY-SCHAFFER (6) gaben an, dass distal eines arteriellen Verschlusses der mittlere Druck niedriger ist als zentral. Dies ist sowohl durch den erhöhten Widerstand in den Kollateralen, als durch den erniedrigten peripheren Widerstand bedingt.

Der akute Verschluss einer Arterie bei freiem venösem Abstrom lässt ebenfalls den peripher der Verschlussstelle gemessenen Druck sofort abfallen, im akuten Versuch auf 20 - 40 mm Hg. Aber schon bald, manchmal sogar schon im Laufe einer Minute, beginnt ein neuer Druckanstieg als Ausdruck einer sich einstellenden Kollateralversorgung (MARX, zitiert aus RATSCHOW, 7).

Die Kollateralzirkulation besteht aus Kreuzungen, End-zu-End-Verbindungen und auch vorgebildeten Anastomosen und ist ein Teil des normalen Funktionssystems. Der primäre Faktor, der zur Erweiterung führt, ist eine Erniedrigung des Blutdrucks in den distalen Teilen. Hat das Gewebe distal des Verschlusses einen niedrigen Stoffwechsel, so kommt nur ein geringer Kollateralkreislauf zustande. Muskeltätigkeit distal des Verschlusses ist ein wichtiger Faktor zur Erweiterung der Kollateralen.

NOTHNAGEL (8) erkannte schon 1889, dass der Blutdruck für die Entwicklung eines Kollateralkreislaufs kaum eine Rolle spielt.

HASSE, RAU und SCHOOP (9) berichten über Lumenveränderungen bei arteriellen Verschlüssen. So beobachteten sie bei einer Obliteration der A. femoralis superficialis eine Kaliberabnahme dieses Gefäßes proximal des Verschlusses, obwohl gleichzeitig andere Arterien sich zu Kollateralen erweiterten.

SCHOOP (10) berichtet, dass immer nur die Arterien erweitert sind, die zum distalen Gefäßstumpf Verbindung haben. Diese Erkenntnis spricht gegen den erhöh-

ten Druck als wirksames Agens für die Dilatation.

In ihrer Arbeit "Surgical Importance Profunda Femoris Artery" schreiben MORRIS, EDWARDS, COOLY, CRAWFORD und DE BAKEY (11) über Operationen an 102 Patienten mit Verschlüssen der Aa. ilica communis, ilica externa, ilica interna, femoralis communis und femoralis superficialis.

In 82% der Fälle brachte ein by-pass von der Aorta abdominalis zur A. profunda femoris eine ausreichende Wiederherstellung der Durchblutung der unteren Extremität. Folgende Faktoren erscheinen für diese Ergebnisse notwendig: Relativ kleine arteriosklerotische Wandveränderungen der A. profunda femoris, Kollateralbahnen von der A. profunda femoris zur A. poplitea bzw. zu den Aa. tibiales und eine gleichzeitige lumbale Sympathektomie.

Zur Entstehung des Kollateralkreislaufs schreiben RAU und SCHOOP (12) folgendes: "Eine Blutdrucksteigerung kann für die Kollateralausbildung keine wesentliche Bedeutung haben. Die Entstehung des Kollateralkreislaufs durch den direkten Einfluss vasodilatierender Stoffe ist nicht denkbar. Ebenso wenig haltbar ist die Hypothese einer nervalen Ursache. Eine einzige Veränderung ist regelmässig vorhanden, die gegenüber der Norm gesteigerte Strömungsgeschwindigkeit". Viele anschliessende Untersuchungen und Beobachtungen führten zu dem Ergebnis, dass die Strömungsgeschwindigkeit für die Arterienweite wesentliche Bedeutung hat.

Auch HOWARTH, ISRAEL, FICK und viel früher schon RECKLINGHAUSEN (13) schreiben der erhöhten Strömungsgeschwindigkeit die überragende Bedeutung für die Dilatation der Gefässwand zu.

Die Beziehungen der Qualität des Kollateralkreislaufs zur Verschlusslokalisierung und Verschlussausdehnung sind von SUNDER-PLASSMANN, RATSCHOW, MALAN, LOOSE u. a. (14) charakterisiert worden. Danach ist ein Verschluss um so ungünstiger, je distaler er lokalisiert und je grösser seine Ausdehnung ist.

Die Ausbildung eines funktionstüchtigen Kollateralkreislaufs ist also in proximal gelegenen Gefässsegmenten infolge der schon normalerweise vorhandenen Gefässverzweigung eher möglich, als in den distal gelegenen Segmenten. Besonders ungünstig für die Ausbildung eines Kollateralkreislaufs sind Verschlüsse der A. poplitea und weiter distal.

OLOVSON (15) ging tierexperimentell der Frage nach, welche Zeit die Ausbildung eines makroskopisch sichtbaren Kollateralkreislaufs in Anspruch nimmt. Von fünf Tieren zeigte nur eines nach sechs Tagen einen groben kollateralen Kreislauf.

Der Autor zeigte jedoch auch, dass die Zeitspanne, die der Ausbildung des Kollateralkreislaufs zur Verfügung stehen muss, in erheblichem Masse, nämlich zwischen 24 Stunden und neun Monaten schwanken kann. Die Ursache dafür ist die individuelle Variation sowohl der Arterienabgänge als auch der präformierten Anastomosen der Arterien untereinander.

In der Literatur fanden wir keine Angaben über Druckregistrierungen bei Aneurysmen der Stammarterien des Beines.

Die erworbenen arteriovenösen Aneurysmen entstehen im allgemeinen traumatisch. Alle durch diese arteriovenösen Fisteln hervorgerufenen Veränderungen beruhen darauf, dass durch das Leck im arteriellen System grosse Blutmengen unter hohem Druck in die Vene strömen. Die entscheidenden Faktoren sind die Grösse der Verbindung, die Dauer des Bestehens und ihre Lokalisation.

Weniger bekannt ist die Tatsache, dass auch arteriovenöse Aneurysmen häufig von mächtigen Kollateralen überbrückt werden. Trotz der scheinbar ganz unterschiedlichen pathophysiologischen Bedingungen führen die gleichen Faktoren zur Kollateralbildung beim Verschluss und bei der arteriovenösen Fistel (RAU und SCHOOP, 12).

Viele Autoren haben über die Rückwirkung des Aneurysma arteriovenosum auf das Herz und auf den Kreislauf berichtet.

Hier sollen jedoch nur die lokalen Veränderungen einer arteriovenösen Fistel Beachtung finden.

Die Stromrichtung in der arteriovenösen Fistel verläuft von der arteriellen nach der venösen Seite. Als Folge des vermehrten Abflusses in die Vene resultiert eine Verengung der Arterie distal der Fistel.

Als einzige Veröffentlichung über arterielle blutige Druckmessung im Fistelgebiet fanden wir bei INGEBRIGTSEN (16): "Bei drei Patienten wurde oberhalb der Fistel durch Einführen einer Druckkanüle der Blutdruck gemessen und zweimal eine Erhöhung der kranken Seite gegenüber der gesunden, im Gegensatz zu der allgemeinen Meinung in der Literatur, festgestellt".

C. METHODE

Die Registrierung unserer Druckkurven erfolgte in der von MEISNER (17) und SCHINDLER (18) angegebenen Weise.

Auch wir verwandten den Vierfachsreiber "Cardioscript" der Firma Fritz Schwarzer. Dieses Gerät ist mit einem Druckrezeptor der gleichen Firma gekoppelt, der den mechanischen Druck des Blutstroms in elektrische Impulse umwandelt, die auf einem Diagramm festgehalten werden. Die Eigenfrequenz des Druckrezeptors liegt bei etwa 200 Hz, die Dämpfung bei 0,28 und der Arbeitsbereich zwischen 0 und 300 mm Hg.

Vor und nach jeder Messung wird mit Hilfe eines Quecksilbermanometers und eines Handdruckmanometers die Nulllinie fixiert und die Apparatur geeicht.

Zur intraoperativen Punktion der obliterierten, freigelegten Arterien verwandten wir wechselweise 9 und 6 cm lange Punktionsnadeln, deren lichte Weite 0,9 mm beträgt. Die Nadel ist über einen 100 cm langen Rüschkatheter und ein Dreiveghehnsystem direkt mit dem Druckrezeptor verbunden.

Sollten grössere Druckunterschiede registriert werden, so verwandten wir noch eine zweite Druckkammer. Dabei lag der Druckbereich des einen Rezeptors zwischen 0 und 100 mm Hg, der des anderen zwischen 0 und 200 mm Hg.

Das ganze sterilisierte System wurde vor jedem Versuch mit steriler physiologischer Kochsalzlösung, die auf 100 ccm einen ccm Heparin enthielt, durchgespült, um etwaige Thrombenbildung in der Nadel oder dem Katheter zu vermeiden. Mit einiger Übung liessen sich Luftblasen im System, die zu ungedämpften Schwingungen führen würden, ohne weiteres vermeiden. Die Lage der Druckkammern entsprach stets der Herzhöhe des Patienten. Die ungefähre Eigenfrequenz unserer Versuchsanordnung, von der Spitze der Nadel bis zum Druckrezeptor, lag bei etwa 20 Hz, auf keinen Fall darunter. Ohne Katheter liegt sie über 50 Hz, jedoch lassen sich rein technisch die Versuche nicht ohne Katheter durchführen (MEISNER, 17).

Die Papiergeschwindigkeit des Registriergerätes betrug durchweg 10 mm pro sec. Soweit ein anderer Vorschub verwendet wurde (10 mm/min, 120 mm/min, 25 mm/sec, 50 mm/sec), ist das auf den einzelnen Druckkurven vermerkt.

D. ABLAUF DER MESSUNGEN

Die Druckregistrierungen fanden stets im Operationssaal, bei gleicher Temperatur und gleicher Prämedikation der Patienten statt.

Zur Narkose (intratracheal) wurden Pentothal und ein Sauerstoff/Stickoxydgemisch verwandt. Ausserdem wurden während des Eingriffs wechselweise Liquemin in der Verdünnung 10 : 1 und Protaminsulfat gegeben. Auftretende Blutverluste wurden durch ständige Infusionen kompensiert (Blut, Plasma, Periston, Traubenzucker).

Die Messungen fanden durchweg im Bereich der Stammarterien des Beines bis zur A. poplitea statt. Grundsätzlich wurde proximal und distal eines Strombahnhindernisses der Druck registriert.

Die Operationen wurden von Herrn Dr. Schlicht durchgeführt, der die Art der Messungen angab.

Dazu kommen Messungen bei Aneurysmen und bei arteriovenösen Fisteln.

Bei fortlaufenden, intraoperativen Druckregistrierungen wurden einzelne Haupt-, Seiten- und Nebenäste abgeklemmt und wieder geöffnet.

Ausserdem wurden nach durchgeführter Rekonstruktion proximal und distal des rekanalisierten Strombahnabschnittes Druckmessungen durchgeführt.

An rekonstruierenden Eingriffen kamen in Frage: Endarteriektomie, Transplantation eines by-pass, ausserdem Intimaausschälungen der A. femoralis superficialis und A. poplitea mit anschliessendem Aufnähen eines Venenstreifens, sog. venöser patch-graft.

Aneurysmen wurden reseziert und ein End-zu-End-Transplantat eingesetzt.

Arteriovenöse Aneurysmen wurden in ihren Strombahnen wiederhergestellt.

Zum Vergleich der direkten, arteriellen, blutigen Druckmessung haben wir stets den indirekten Manschettendruck an der A. brachialis nach Riva-Rocci herangezogen. Wir sind uns durchaus bewusst, dass bei allen unseren Messungen, d.h. zwischen den Punktionen, der zentrale Blutdruck durch mannigfaltige Faktoren (Pharmaca u. s. w.) laufend beeinflusst wird.

E. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

Im Rahmen unserer Untersuchungen haben wir an 37 Patienten intraoperative Druckmessungen vorgenommen.

Wir zeigten einige Beispiele, die den Druckabfall proximal und distal von Verschlüssen und Stenosen demonstrieren.

Besondere Beachtung schenkten wir den Zu- und Abflussverhältnissen proximal und distal von Verschlüssen der Arterien der Beine. Im Hinblick auf Art und Lage des Verschlusses untersuchten wir die Bedingungen für die Ausbildung eines Kollateralkreislaufs.

Anhand von drei Fällen prüften wir die Druckverhältnisse proximal und distal von Aneurysmen.

Ebenso sollten uns Druckuntersuchungen an drei arteriovenösen Fisteln Aufschluss über die Pathophysiologie des Aneurysma arteriovenosum geben.

I. DRUCKMESSUNGEN PROXIMAL UND DISTAL ISOLIERTER VERSCHLÜSSE DER ARTERIEN DER BEINE.

Wir demonstrieren hier nur Druckkurven, die intraoperativ vor der Gefäßrekonstruktion registriert wurden.

Druckkurven nach erfolgter Gefäßrekonstruktion wurden von SCHINDLER (18) beschrieben.

1. Femoralisverschluss

Patient H. G. (1270)

Röntgenbefund: rechts: Flache Stenosen der A. ilica communis. Grobe Stenosen an der A. femoralis. A. tibialis anterior und A. fibularis sind nur im Anfangsteil gefüllt.

Links: Flache Stenosen der A. ilica communis sowie der A. ilica interna. Verschluss der A. femoralis superficialis 10 cm unterhalb des Abgangs der A. profunda femoris. Distal Anfüllung durch Kollateralen.

Bei der Operation fand sich ein Verschluss der A. femoralis superficialis links.

Unsere Originalkurven zeigen proximal in der A. femoralis superficialis einen Druck von 150/80 mm Hg. Distal des Verschlusses in der A. femoralis superficialis 40/40 mm Hg. Die Druckanstiegszeit beträgt dabei proximal des Verschlusses

ses 0,11 Sek., das sind 13,5% und die Gesamtablaufszeit 0,81 Sek., das sind 100%.

Die entsprechenden Werte distal des Verschlusses sind nicht messbar.

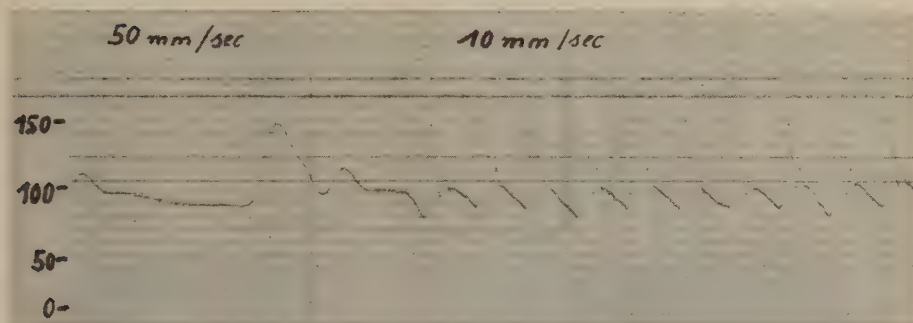


ABBILDUNG 1: Druckkurve der A. femoralis superficialis links proximal des Verschlusses.
Druck 150/80 mm Hg.

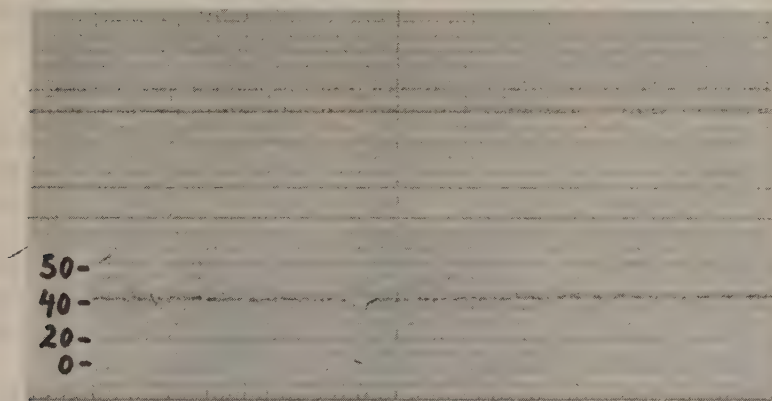
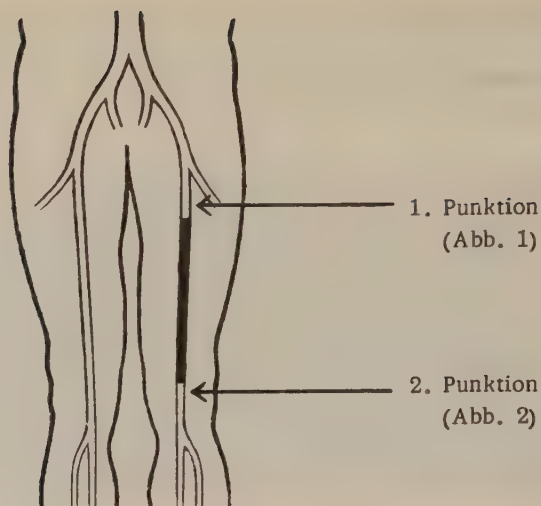


ABBILDUNG 2: Druckkurve der A. femoralis superficialis links distal des Verschlusses.
Eine Amplitude fehlt.
Druck 40/40 mm Hg.



Femoralisverschlüsse

Name	Kt.Nr.	proximal			distal		
		Gesamt-zeit	Anstiegs-zeit	= %	Gesamt-zeit	Anstiegs-zeit	= %
A. M.	(1042)	0,80	0,20	25,0	0,85	0,20	23,5
W. E.	(1488)	0,72	0,07	9,7	0,75	0,35	46,6
H. G.	(1270)	0,81	0,11	13,6	-	-	-
S. K.	(1029)	1,00	0,10	10,0	1,00	0,20	20,0
F. K.	(1545)	0,82	0,12	14,6	0,84	0,18	21,4
G. L.	(1234)	-	-	-	0,64	0,20	31,2
A. S.	(1117)	0,92	0,15	16,3	0,95	0,20	21,0
B. W.	(1372)	0,65	0,15	23,1	0,95	0,20	21,0
N. W.	(1326)	0,70	0,15	21,4	0,69	0,19	27,5
A. R.	(1173)	0,60	0,16	26,7	0,76	0,20	26,3
J. W.	(1106)	0,96	0,16	16,7	1,00	0,25	25,0
H. G.	(1270)	0,81	0,11	13,6	-	-	-
G. Z.	(1360)	0,55	0,05	9,1	-	-	-
B. R.	(1431)	-	-	-	0,85	0,30	35,3
P. H.	(1119)	0,65	0,05	7,7	-	-	-

2. Popliteaversuch

Patient W. K. (1232)

Röntgenbefund: Verschluss der linken A. poplitea drei Querfinger oberhalb des Kniegelenks.

Bei der Operation fand sich ein totaler Verschluss der linken A. poplitea.

Nach unseren Druckkurven herrscht proximal des Verschlusses in der A. poplitea ein Druck von 155/65 mm Hg, distal ein solcher von 25/25 mm Hg.

Die Druckanstiegszeit beträgt dabei proximal des Verschlusses 0,10 Sek., das sind 9% und die Gesamtablaufszeit 1,10 Sek.

Die entsprechenden Werte distal des Verschlusses liessen sich nicht messen.

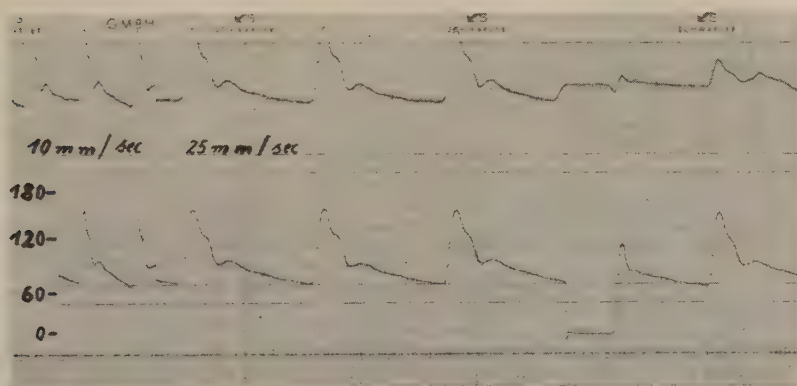


ABBILDUNG 3: Druckkurve der A. poplitea links proximal des Verschlusses, Druck 155/65 mm Hg.

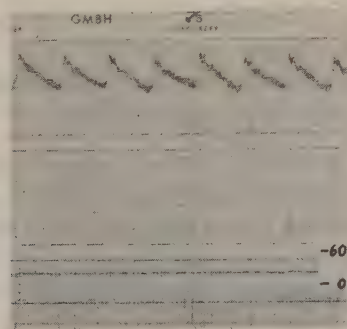
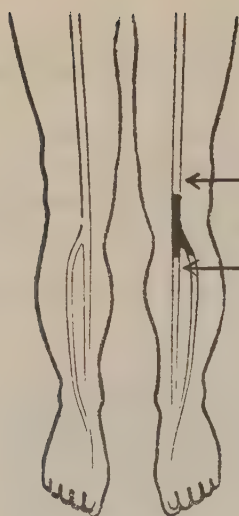


ABBILDUNG 4: Druckkurve der A. poplitea links distal des Verschlusses. Eine Amplitude fehlt, Druck 25/25 mm Hg.



1. Punktion
(Abb. 3)

2. Punktion
(Abb. 4)

Popliteaverschlüsse

Name	Kt.Nr.	proximal			distal		
		Gesamt- zeit	Anstiegs- zeit	= %	Gesamt- zeit	Anstiegs- zeit	= %
S. M.	(1467)	0,90	0,25	27,7	-	-	-
F. B.	(1033)	1,00	0,20	20,0	0,93	0,20	21,5
W. K.	(1232)	1,10	0,10	9,1	-	-	-
A. S.	(1117)	0,72	0,07	9,7	0,67	0,17	25,3

Insgesamt haben wir 29 intraoperative Druckmessungen untersucht, von denen hier zwei charakteristische Beispiele gezeigt wurden. Daraus können wir für die Lokalisation unserer Druckmessungen im Bereich von der Bauchorta bis zur A. poplitea folgern:

1. Die Messung distal eines Verschlusses bzw. einer hochgradigen Stenose zeigt gegenüber der proximalen einen erheblichen Druckunterschied im Sinne eines Druckabfalles.
2. In neun Fällen, von denen wir zwei demonstrierten, können wir zeigen, dass bei der Messung distal des Strombahnhindernisses keine Blutdruckamplitude registriert wird.
Dabei ist das Strombahnhindernis distal des Leistenbandes lokalisiert und der Druck nicht höher als 50 mm Hg. Die Höhe des zentralen Drucks hat darauf keinen Einfluss.

Bei MEISNER (17) fanden wir bei Druckmessungen proximal eines Verschlusses Untersuchungen über Druckanstieg, Austreibungszeit und Gesamtdruckablauf

während einer Herzaktion.

Insgesamt errechneten wir aus 43 Fällen von MEISNER (17) eine mittlere Druckanstiegszeit von 0,10 Sek., das sind 14,9% und eine mittlere Gesamtablaufszeit von 0,67 Sek.

Nach MEISNER (17) war bei 11 Gefäßgesunden für den Druckanstieg eine Zeit von 0,13 Sek. das sind 17,6% und für den Gesamtablauf eine Zeit von 0,74 Sek. zu ermitteln.

Daraufhin stellten wir Untersuchungen an intraoperativen Druckmessungen proximal und distal von Strombahnhindernissen an. Es handelt sich um 19 Fälle mit einer Verschlusslokalisation zwischen A. femoralis communis und A. poplitea. Wir berechneten die Druckanstiegszeit innerhalb der Gesamtablaufszeit.

	Proximal		Distal	
	sec	%	sec	%
Druckanstiegszeit	0,13	16,0	0,21	25,4
Gesamtablaufszeit	0,81	100,0	0,83	100,0
Mittelwerte aus:	17 Fällen		13 Fällen	

Berücksichtigt man nur die Fälle, bei denen eine Messung proximal und distal von Verschlüssen vorliegt, so ergibt sich eine proximale Druckanstiegszeit von 17,3% und eine distale von 24,7%.

Ein Vergleich mit den Ergebnissen von MEISNER (17) zeigt:

Proximal von Verschlüssen ist die Druckanstiegszeit mit 14,9% bei MEISNER (17) gegenüber 16,0% bei unseren Ergebnissen geringfügig kürzer. Gegenüber den Werten bei Gefäßgesunden mit 17,6% ist die Druckanstiegszeit unserer Ergebnisse geringfügig verkürzt.

Distal von Verschlüssen dagegen ist die Druckanstiegszeit mit 25,4% erheblich verlängert.

II. BEOBACHTUNGEN ÜBER DIE DRUCKWERTE WÄHREND ISOLIERTER UNTERBRECHUNG DES KOLLATERALEN ZU- UND ABFLUSSES BEI OBLITERIERENDEN PROZESSEN DER STAMMARTERIEN DER BEINE.

Bei rekonstruierenden Eingriffen an den Arterien der Beine wurden in 13 Fällen während intraoperativer Messung Untersuchungen über die Druckwerte in Kollateralkreisläufen und die Abhängigkeit von der Verschlusslokalisation durchgeführt.

Unter fortlaufender Messung wurde mit Gefäßklemmen der zu- und abführende kollaterale Blutstrom unterbrochen. Registrierte Druckunterschiede beziehen wir auf die Bedeutung des unterbrochenen Gefäßes für den kollateralen Blutstrom.

Wir achteten besonders auf die Funktion der A. profunda femoris, deren Bahnen der wesentliche Träger der Kollateralisation beim Oberschenkelverschluss sind.

1a)

Unter normalen physiologischen Verhältnissen versorgt die A. profunda femoris die Muskulatur des Oberschenkels, während die A. femoralis superficialis als Transportrohr zum Unterschenkel fungiert. Das bedeutet, dass die A. femoralis von mehr Blut durchströmt werden muss als die A. profunda femoris, da ihr Versorgungsgebiet mit Knie und Unterschenkel grösser ist als das der A. profunda femoris. Die folgenden Druckkurven beweisen das:

Patient G.K. (1387) zeigt röntgenologisch einen Verschluss der Aorta in Höhe von L 5. Die Aa. ilicae communes und Aa. ilicae externae stellen sich beiderseits nicht dar. Im Kontrollbild nach der Plastik zeigte sich, dass distal vom Leistenband die Gefäße wieder dargestellt sind.

Im Kontrollröntgenbild, zwei Monate nach der Operation, zeigte sich, dass die ursprünglichen Bahnen der Aa. ilica interna und ilica externa rechts noch erhalten sind. Sie erscheinen wie die Plastik kontrastgefüllt.

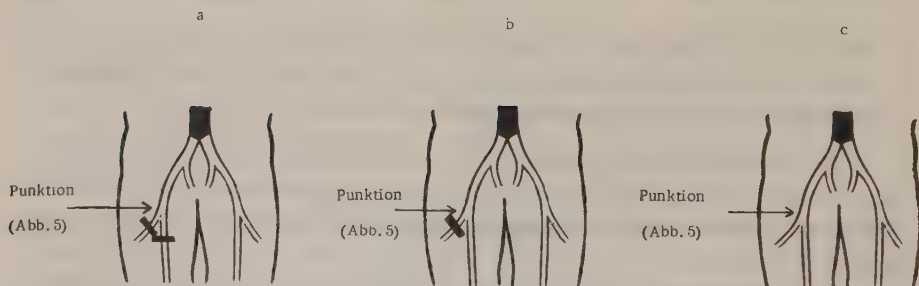
Die Punktionsnadel liegt in der A. femoralis communis rechts.

Die A. femoralis superficialis und die A. profunda femoris sind durch Gefässklemmen abgeklemmt (Druck 115/85 mm Hg.).

Bei Öffnung der A. femoralis superficialis sinkt der Blutdruck auf 70/55 mm Hg, bei zusätzlicher Öffnung der A. profunda femoris auf 60/50 mm Hg.

Die A. femoralis superficialis und die A. profunda femoris sind durch Gefässklemmen abgeklemmt (Druck 115/85 mm Hg.).

Bei Öffnung der A. profunda femoris fällt der Druck auf 90/75 mm Hg.



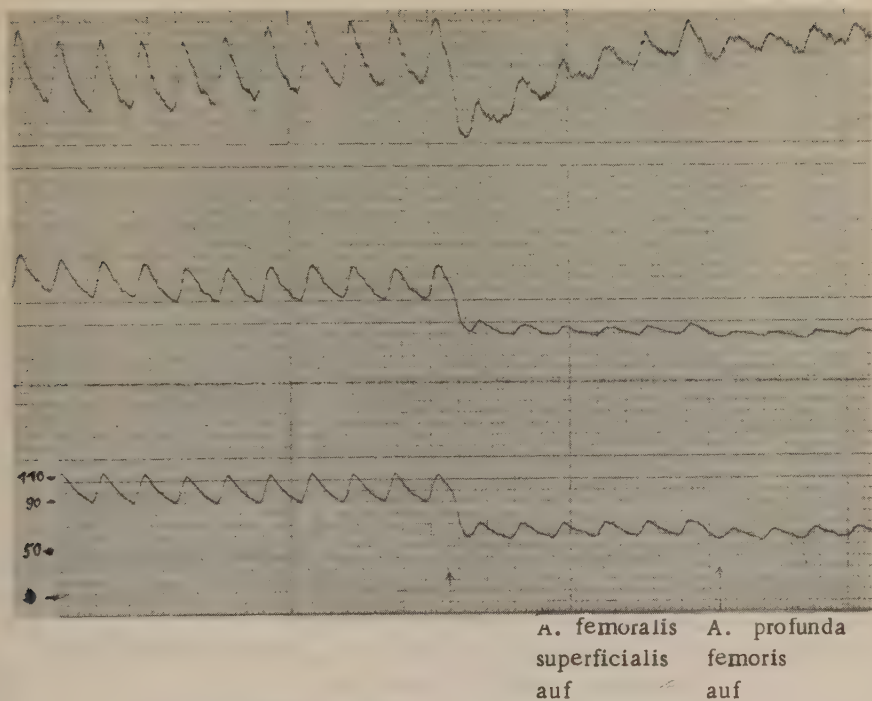
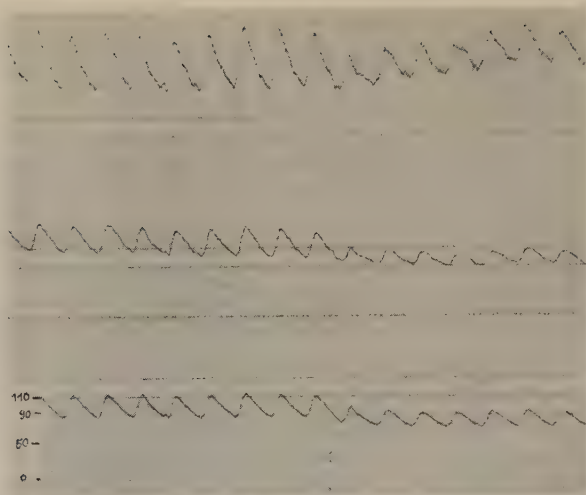


ABBILDUNG 5: Druckkurve der A. femoralis communis rechts.

- a) A. femoralis superficialis und A. profunda femoris abgeklemmt. Druck 115/85 mm Hg.
- b) Situation wie bei a. A. femoralis superficialis geöffnet. Druck 70/55 mm Hg.
- c) Situation wie bei b. A. profunda femoris geöffnet. Druck 60/50 mm Hg.

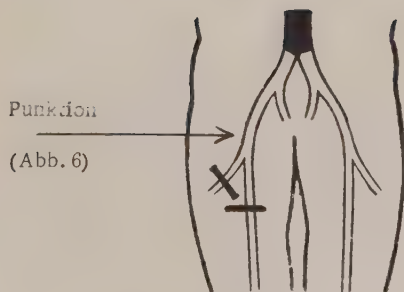


↑ A. profunda femoris auf

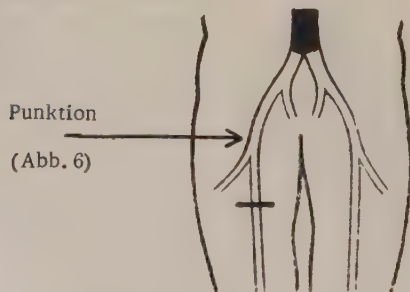
ABBILDUNG 6: Druckkurve der A. femoralis communis rechts

- a) A. femoralis superficialis und A. profunda femoris abgeklemmt. Druck 115/85 mm Hg.
- b) Situation wie bei a. A. profunda femoris auf. Druck 90/75 mm Hg.

a



b



Der isoliert gemessene Druckabfall nach Freigabe der Abklemmung beträgt an der A. profunda femoris 25/10 mm Hg, an der A. femoralis superficialis 45/30 mm Hg. Das weist einerseits auf die überwiegende Grösse des Druckverbrauchs im Abflussbereich der A. femoralis superficialis hin, andererseits zeigt sich, dass auch die A. profunda femoris eine erhebliche Bedeutung hat.

1b)

Nun sei dargestellt, dass die A. profunda femoris bei Verschluss der A. femoralis communis als Bahn des retrograden Zustroms zur A. femoralis superficialis dienen kann.

Patient W.G. (1233) zeigt röntgenologisch grobstenosierende Wandveränderungen der A. ilica communis links auf drei cm. Die A. ilica externa ist verschlossen. Die A. femoralis superficialis zeigt sich schwach kontrastiert. Bei der Operation fand sich ein Verschluss der A. ilica communis links, der A. ilica externa links, der A. femoralis communis links und der A. profunda femoris links im Verlauf der ersten drei cm. Ausserdem fand sich eine Stenose der Aorta abdominalis unmittelbar vor der Gabel.

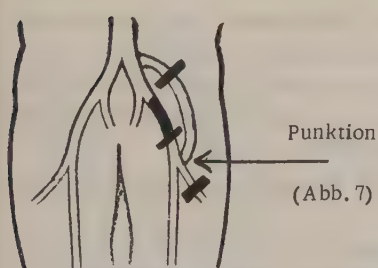
Nach Endarteriektomie der Aorta abdominalis, der A. ilica communis, der A. femoralis communis, des Abgangs der A. femoralis superficialis und der A. profunda femoris wurde ein retroperitonealer by-pass von der A. ilica communis zum Abgang der A. profunda femoris angelegt.

Die nachfolgenden Messungen wurden nach Anlegung des by-pass durchgeführt.

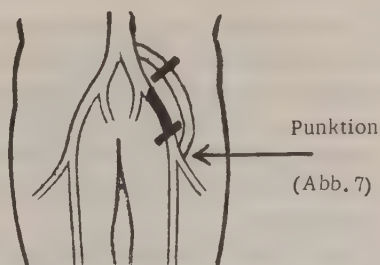
Die Punktionsnadel liegt am Abgang der A. profunda femoris.

Das Transplantat, die A. femoralis communis und die A. profunda femoris sind mit Gefässklammern abgeklemmt. Der registrierte Druck beträgt 35/35 mm Hg.

Bei Öffnung der A. profunda femoris beträgt der Druck 55/50 mm Hg.

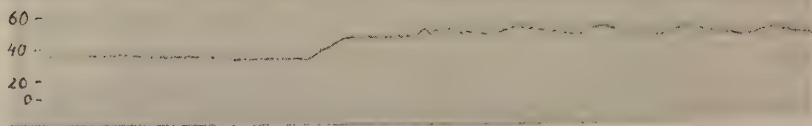


7 a



7 b

25 mm/sec



A. profunda femoris zu

A. profunda femoris auf

ABBILDUNG 7: Druckkurve der A. femoralis communis links.

- a) Transplantat, A. femoralis communis und A. profunda femoris abgeklemmt (die A. fem. communis ist proximal der Anastomose abgeklemmt, um den collateralen Zufluss aus der A. epigastrica inf. und A. circumflexa ileum prof. abzusperren). Druck 35/35 mm Hg.
- b) Situation wie bei a. A. profunda femoris auf. Druck 55/50 mm Hg.

1c)

Im Folgenden legen wir dar, dass die A. profunda femoris selbst bei Verschluss der A. femoralis communis und zusätzlich noch der A. femoralis superficialis in der Lage ist einen Druck zu garantieren, der, wie Beobachtungen zeigen, ausreicht, die ganze untere Extremität zu versorgen.

Dafür erhält sie von proximal Blut aus Kollateralen, deren Zufluss in der A. profunda femoris einen beachtlichen Druck erzeugt.

Patient R. M. (1004)

Das Röntgenbild zeigt Wandunregelmäßigkeiten und leichte Einengungen an der Aorta abdominalis. Ebenso sind beide Aa. iliacae communes und die A. ilica externa links im mittleren Abschnitt auf eine Länge von 0,5 cm stricknadeldick eingengt. Die linke A. femoralis superficialis ist im mittleren Drittel total verschlossen, distal aber über Kollateralen wieder gefüllt.

Bei der Operation fanden sich obliterierende Arteriopathien im Bereich der Aortengabel.

Es wurde ein Gabeltransplantat aus Dacron eingenäht, dessen Schenkel mit den Aa. femoralis communes am Abgang der Aa. profundae femoris anastomosierten. Die Punktionsnadel liegt in der A. femoralis communis in Höhe des Abganges der A. profunda femoris.

Das Transplantat, die Aa. femoralis communis und profunda femoris sind abgeklemmt. Die A. femoralis superficialis ist nicht abgeklemmt, durch einen Verschluss jedoch verlegt. Der Druck beträgt 10/10 mm Hg.

Bei Öffnung der A. profunda femoris beträgt der Druck 60/60 mm Hg.

Bei zusätzlicher Öffnung der A. femoralis communis steigt der Druck auf 110/90 mm Hg. an.

Wird auch noch das Transplantat geöffnet, beträgt der Druck 145/110 mm Hg.

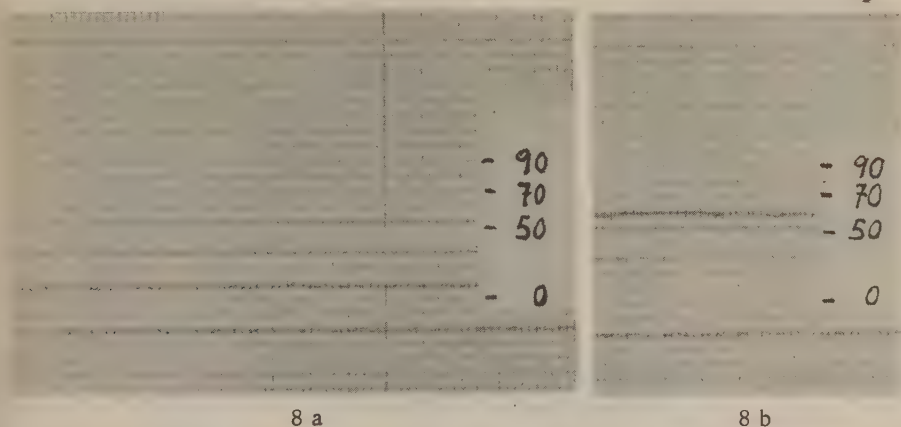


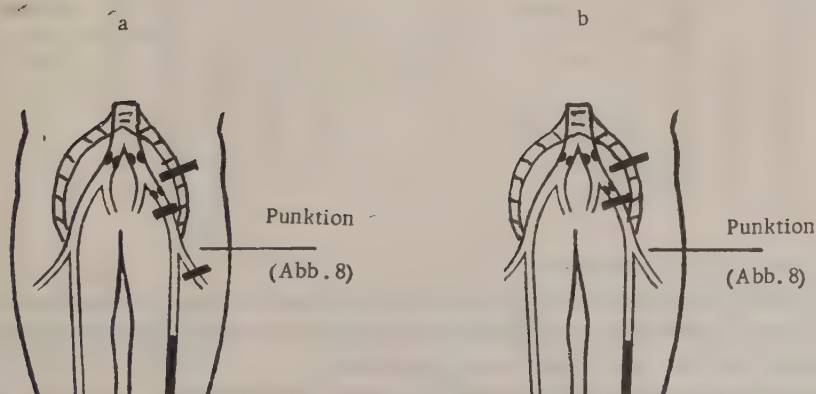
ABBILDUNG 8: Druckkurven der A. femoralis communis links.

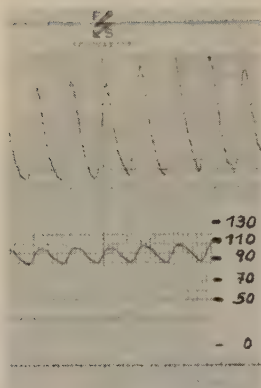
a) A. femoralis communis und A. profunda femoris sind abgeklemmt.

Druck 10/10 mm Hg.

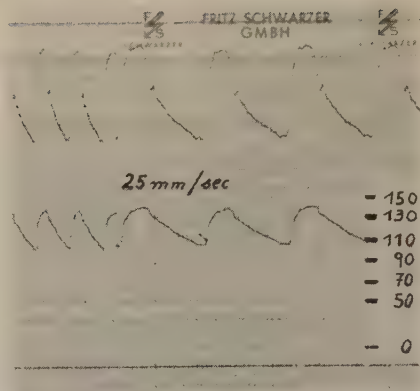
b) Situation wie bei a. A. profunda femoris offen.

Druck 60/60 mm Hg.





9a



9b

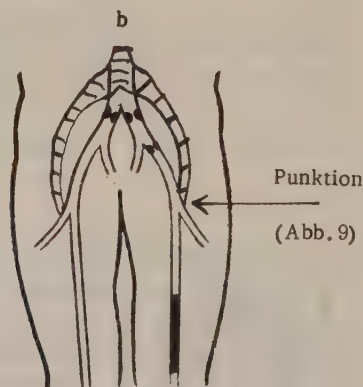
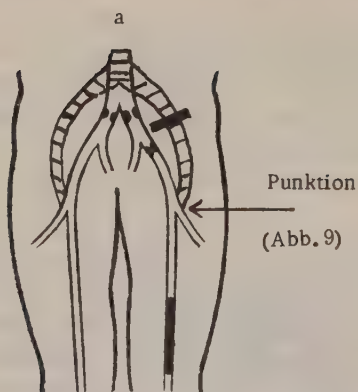
ABBILDUNG 9: Druckkurven der A. femoralis communis links.

a) Das Transplantat ist abgeklemmt.

Druck 110/90 mm Hg.

b) Das Transplantat ist offen.

Druck 145/110 mm Hg.



2)

Es wurden auch Messungen bei Verschlüssen an der A. poplitea durchgeführt. Bei Abklemmung distal der Punktionsnadel stieg der Blutdruck wesentlich an. Patient W.K. (1232) zeigte röntgenologisch einen Verschluss der A. poplitea links drei cm oberhalb des Kniegelenks.

Bei der Operation fand sich ein Verschluss der A. poplitea links.

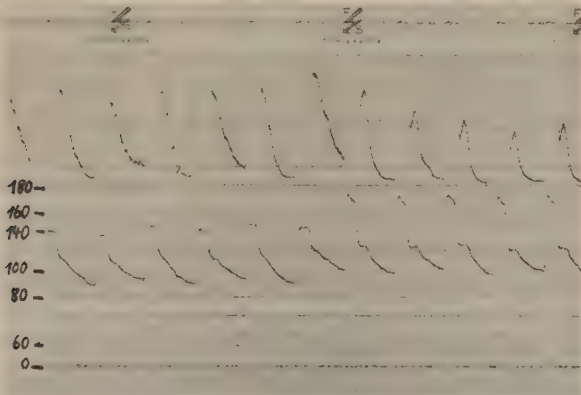
Die A. poplitea wurde endarteriektomiert und ein Teilersatz der Wand durch

einen patch-graft aus der V. saphena magna durchgeführt.

Die Punktionsnadel liegt in der A. poplitea links distal des patch-graft.

Der Druck beträgt 150/90 mm Hg.

Bei Abklemmung der A. poplitea distal der Punktionsstelle steigt der Druck auf 180/105 mm Hg.



a. A. poplitea offen

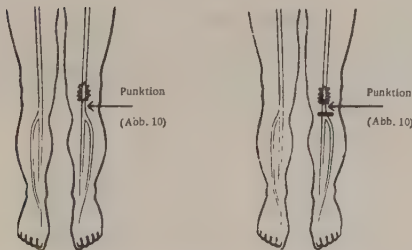
b. A. poplitea zu

ABBILDUNG 10: Druckkurve der A. poplitea links.

a) Die A. poplitea ist offen. Druck 150/90 mm Hg.

b) Die poplitea ist distal der Punktion abgeklemmt.

Druck 180/105 mm Hg. Der Druck blieb etwa eine Minute konstant auf dieser Höhe und fiel erst bei Öffnung wieder ab.



Das Ansteigen des Druckes bei Abklemmung der A. poplitea distal der Punktionsnadel führen wir auf das Fehlen praeformierter Anastomosen im Gebiet der A. poplitea zurück.

Das bedeutet: bei Abklemmen der A. poplitea besteht keine Abflussmöglichkeit mehr, folglich steigt der Blutdruck erheblich an. Wir haben das anhand mehrerer Fälle beobachtet.

III. DRUCKUNTERSUCHUNGEN BEI ANEURYSMEN DER EXTREMITÄTEN.

Wir stellten bei drei Aneurysmen intraoperative Druckmessungen an. Es handelte sich um ein Aneurysma der A. femoralis superficialis und um zwei Aneurysmen der A. poplitea.

Es wurde proximal und distal des Aneurysmas punktiert und die Nadel in das Aneurysma vorgeschoben.

Bei den beiden Aneurysmen der A. poplitea war das Aussehen der Druckkurve wie auch die Höhe des Druckes in dem Aneurysma gleich den Verhältnissen vor und hinter dem Aneurysma.

Auch bei dem Aneurysma der A. femoralis superficialis differierten die Druckhöhe und die Druckkurve zentral und peripher vom Aneurysma nicht.

Patientin A.F. (1112) zeigte röntgenologisch rechts, dass die A. femoralis superficialis nach dem Abgang der A. femoralis profunda eine unregelmässige Erweiterung des Lumens aufwies, das mehrfach wieder eingeschnürt erschien. Die Kontrastfüllung reichte bis zur Mitte des Oberschenkels, distal war keine sichere Füllung nachweisbar.

Diagnose: Aneurysma der A. femoralis superficialis im ganzen Verlauf, beginnend drei Querfinger distal des Abgangs der A. profunda femoris, endend knapp oberhalb des Adduktorenkanals. Weiteres Aneurysma an der A. poplitea.

Unsere Druckuntersuchungen zeigen proximal des Aneurysmas einen Druck von 140/65 mm Hg und hinter dem Aneurysma einen Druck von 140/70 mm Hg.

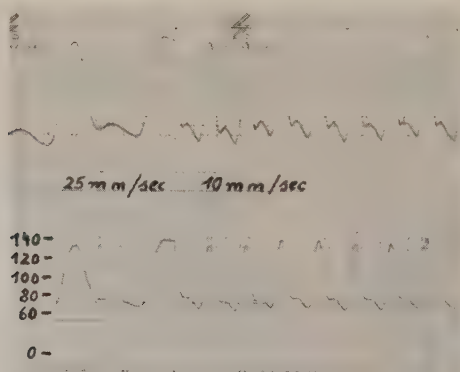


ABBILDUNG 11: Druckkurve der A. femoralis rechts, Punktion proximal des Aneurysma,
Druck 140/65 mm Hg.

Punktion (Abb. 11)

Punktion (Abb. 12)

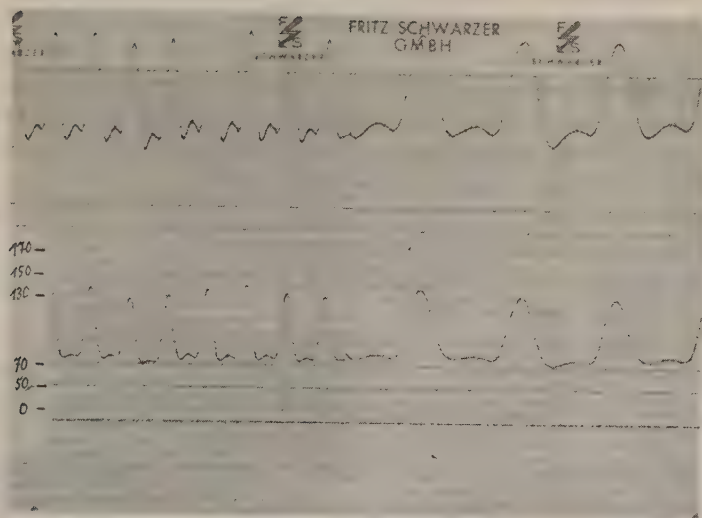
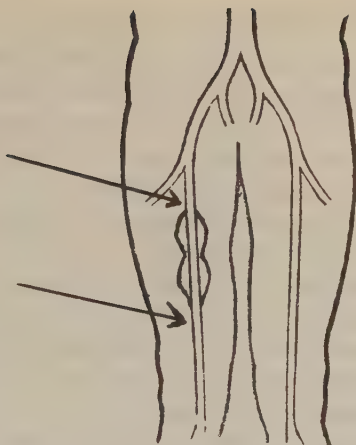


ABBILDUNG 12: Druckkurve der A. femoralis rechts. Punktion distal des Aneurysma.

Druck 140/70 mm Hg.

IV. DRUCKUNTERSUCHUNGEN BEIM ANEURYSMA ARTERIOVENOSUM

An drei Patienten mit einem Aneurysma arteriovenosum wurden intraoperativ vor und hinter dem Strombahnkurzschluss Druckmessungen durchgeführt. Es handelte sich um zwei Fisteln der A. femoralis superficialis und um eine Fistel der A. poplitea. Alle drei waren traumatischen Ursprungs.

Im Folgenden zeigen wir ein Beispiel:

Patient E. H. (1537) zeigt röntgenologisch im mittleren Drittel der A. femoralis superficialis eine arteriovenöse Fistel.

Operativ bestätigte sich dieser Befund: Es lag eine Kurzschlussverbindung zwischen der A. und V. femoralis vor.

Die Druckmessung in der A. femoralis superficialis proximal der Fistel ergab einen Druck von 110/55 mm Hg. In der Fistel war der Druck 50/35 mm Hg. Distal der Fistel betrug er 85/45 mm Hg.

Diese Druckwerte wurden bei Punktion distal der Fistel unter fortlaufender Druckschreibung durch Verschieben der Punktionsnadel nach zentral registriert.

Bei der Punktion in der A. femoralis superficialis distal der Fistel wird die Arterie proximal und distal der Fistel abgeklemmt. Dadurch ist der registrierte Druck der Kollateraldruck in der Arterie distal der Fistel. Er beträgt 55/48 mm Hg. Bei Öffnung der Abklemmung distal der Fistel ergibt sich ein Druck von 0 mm Hg.

Dieser Druckabfall erklärt sich durch den venösen Abstrom, der zum kollateralen Zustrom in krassem Missverhältnis steht. Bei Öffnung der Klemme proximal der Fistel ergibt sich ein Druck von 80/40 mm Hg.

Den Zuwachs von 25 mm Hg. von 55/48 mm Hg. auf 80/40 mm Hg. erklären wir durch den Zustrom aus der Stammarterie.

Somit sind beide Klemmen geöffnet, und der registrierte Druck ist der normale Arteriendruck distal der Fistel.

Nach erfolgter Resektion des Aneurysmas und Wiederherstellung der Strombahn beträgt der Druck in der A. femoralis superficialis links distal der ehemaligen Fistel 125/85 mm Hg., proximal der ehemaligen Fistel beträgt er 135/95 mm Hg.

Während der Druckmessung an der A. femoralis superficialis links nach Resektion des Aneurysmas und Wiederherstellung der Strombahn wird der indirekte Druck an der A. brachialis mit 135/100 mm Hg. registriert.

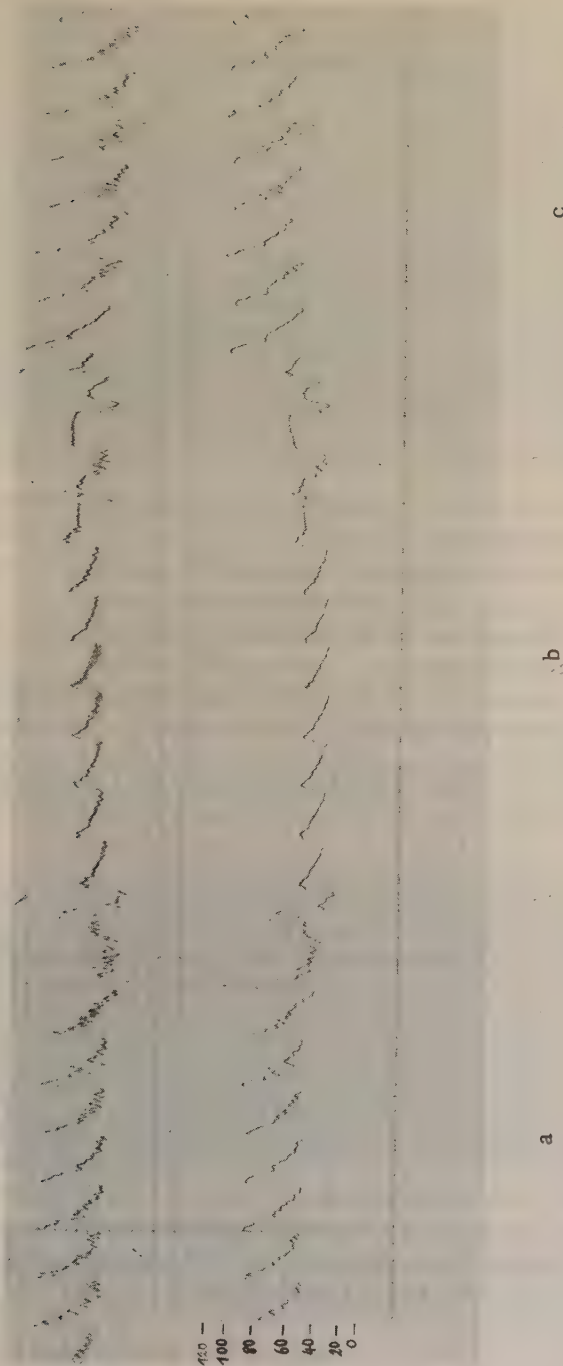


ABBILDUNG 14: Druckkurve der A. femoralis superficialis links. Die Punktionsnadel wird von distal der Fistel kontinuierlich durch die Fistel nach zentral vorgeschoben.

- a) Punktionsnadel distal der Fistel. Druck 85/45 mm Hg.
- b) Punktionsnadel in der Fistel. Druck 50/35 mm Hg.
- c) Punktionsnadel proximal der Fistel. Druck 110/55 mm Hg.

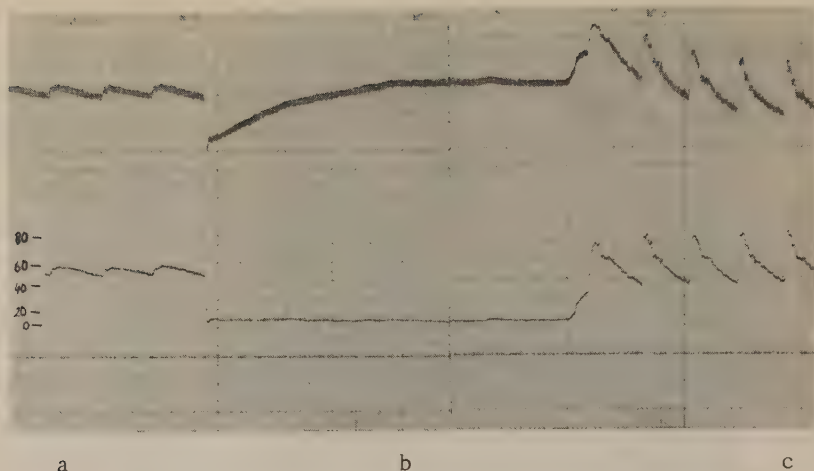


ABBILDUNG 15: Druckkurve der A. femoralis superficialis links. Punktion distal der Fistel.

- a) A. femoralis superficialis proximal und distal der Fistel abgeklemmt. Druck 55/48 mm Hg.
- b) Situation wie bei a) Abklemmung distal der Fistel offen. Druck 0 mm Hg.
- c) Situation wie bei b) Abklemmung proximal der Fistel offen. Druck 80/40 mm Hg.

Bei der Punktion in der A. femoralis superficialis distal der Fistel wird die Kurzschlussverbindung unterbrochen, der Druck steigt von 85/45 mm Hg auf 135/90 mm Hg.

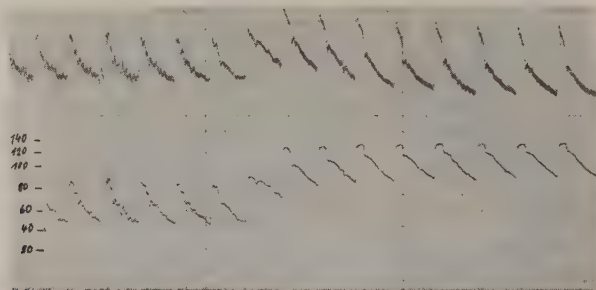


ABBILDUNG 16: Druckkurve der A. femoralis superficialis links. Punktion distal der Fistel. Druck 85/45 mm Hg. Die Kurzschlussverbindung ist unterbrochen. Druck 135/90 mm Hg.

Bei Punktion der A. femoralis superficialis proximal der Fistel wird die Kurzschlussverbindung unterbrochen, der Druck steigt von 110/55 mm Hg. auf 140/92 mm Hg.

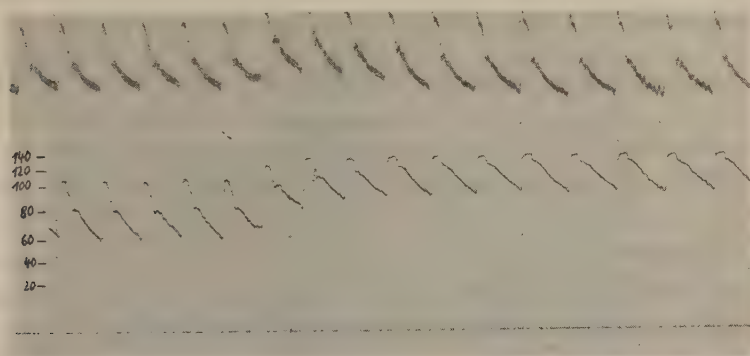


ABBILDUNG 17: Druckkurve der A. femoralis superficialis links. Punktion proximal der Fistel.

Druck 110/55 mm Hg.

Die Kurzschlussverbindung ist unterbrochen.

Druck 140/92 mm Hg.

Die folgenden Kurven demonstrieren die Druckverhältnisse in der A. femoralis superficialis links nach Resektion des Aneurysmas und Wiederherstellung der Strombahn distal und proximal der ehemaligen Fistel.

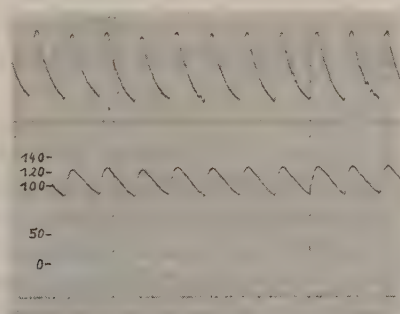


ABBILDUNG 18: Druckkurve der A. femoralis superficialis links nach Resektion des Aneurysmas und Wiederherstellung der Strombahn.

Punktion distal der ehemaligen Fistel.

Druck 125/85 mm Hg.

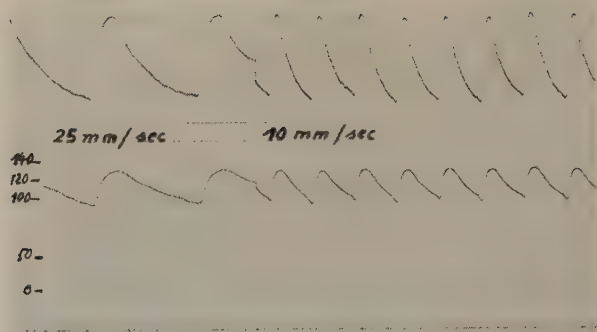


ABBILDUNG 19: Druckkurve der A. femoralis superficialis links nach Resektion des Aneurysmas und Wiederherstellung der Strombahn. Punktion proximal der ehemaligen Fistel.
Druck 135/95 mm Hg.

Die gleichen Untersuchungen wie im vorliegenden Fall haben wir auch an den beiden anderen Fällen angestellt und sind dabei zu den gleichen Ergebnissen gekommen.

Unterschiede lagen lediglich in der Druckhöhe, was mit den verschiedenen anatomischen Gegebenheiten zu erklären ist.

F. BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE

Wir haben in einem Zeitraum von 18 Monaten intraoperative, blutige Druckregistrierungen an den Stammarterien des Beckens und der Beine bei gefäßchirurgischen Operationen durchgeführt. Bei den Druckmessungen, von denen Originale in der vorliegenden Arbeit demonstriert werden, achteten wir nicht auf das Aussehen und den Ablauf der Druckkurven vor dem Hindernis, wie es bei MEISNER (17) beschrieben wird. Ebenso wenig achteten wir auf einen Vergleich der Druckkurven vor und nach rekonstruierenden Eingriffen bei obliterierenden Arteriopathien, die von SCHINDLER (18) untersucht wurden.

Unter Punkt I untersuchten wir neben der Druckhöhe den Druckablauf proximal und distal von Strombahnhindernissen. Im Gegensatz zu MEISNER (17) fanden unsere Untersuchungen intraoperativ statt, im Gegensatz zu SCHINDLER (18) haben wir unsere Messungen nur im Hinblick auf den Druckablauf vor der Gefäßrekonstruktion ausgewertet.

Hinweise auf blutige Druckmessungen fanden wir in der Literatur fast nur bei Tierversuchen.

SCHENK (3) untersuchte das Verhalten der Blutdruckamplitude im Verlauf der Aorta thoracalis bis zur A. femoralis. Er fand an seinen gefäßgesunden Hunden, dass die Blutdruckamplitude von der Aorta thoracalis bis zur A. femoralis zunimmt. Da der diastolische Druck mehr abfällt als der systolische ansteigt, fällt der mittlere Druck.

Unsere Untersuchungen dagegen fanden sämtlich an gefäßkranken Patienten statt.

Aus unseren Untersuchungen unter Punkt I konnten wir bei Lokalisation unserer Druckmessungen im Bereich von der Bauchaorta bis zur A. poplitea folgern:

1. Die Messung distal eines Verschlusses bzw. einer hochgradigen Stenose zeigt gegenüber proximal einen erheblichen Druckunterschied im Sinne eines Druckabfalls.
2. In neun Fällen, von denen zwei demonstriert werden, fanden wir, dass bei der Messung distal des Strombahnhindernisses keine Blutdruckamplitude bestand.
Dabei war das Strombahnhindernis distal des Leistenbandes lokalisiert und der Druck nicht höher als 50 mm Hg. Die Höhe des zentralen Drucks hat darauf keinen Einfluss.

Im Vergleich zu MEISNER (17) fanden wir bei Messungen proximal von Verschlüssen mit 14,9% gegenüber 16,0% bei unseren Ergebnissen eine geringfügige, verkürzte Druckanstiegszeit.

Ebenso besteht nach unseren Ergebnissen gegenüber Gefäßgesunden mit 17,6% (MEISNER 17) eine geringfügige Verkürzung der Druckanstiegszeit.

Darauf stellten wir Untersuchungen distal von Verschlüssen an und fanden dabei die Druckanstiegszeit mit 25,4% gegenüber den Werten von Gefäßgesunden erheblich verlängert.

Zu Punkt II:

Über die Bedeutung eines Kollateralkreislaufes bei Strombahnhindernissen im arteriellen System, sowie über die Bedeutung der Lokalisation und der Ausdehnung der Obliteration für die Ausbildung eines Kollateralkreislaufes herrscht in der Literatur Einigkeit (RATSCHOW, 14, LOOSE, 14, SUNDER-PLASSMANN, 14, MALAN, 14, u.a.).

HEBERER, BONHÖFFER und RAU (19) weisen darauf hin, dass bestimmte Gefäße in besonderem Masse die Funktionen einer Kollaterale übernehmen können. Seitdem ist man auf die Erhaltung und sinnvolle Einbeziehung solcher Arterien in die gefäßplastische Operation sorgfältig bedacht. Es sind dies in erster Linie die Aa. lumbales, die A. ilica interna und die A. profunda femoris.

Die Bedeutung der Letzteren für die Versorgung der unteren Extremität bei Verschluss der A. femoralis superficialis geht aus der Arbeit von MORRIS, EDWARDS, COOLY, CRAWFORD und DE BAKEY (11) besonders hervor.

Mit unseren Untersuchungsergebnissen über die A. profunda femoris können wir die Angaben über ihre Bedeutung als Kollateralgefäß für die Versorgung der unteren Extremität nur unterstreichen.

Es zeigte sich, dass bei Verschluss der A. femoralis superficialis und abgeklemmter A. femoralis communis beispielsweise ein Druck von 60/60 mm Hg. besteht. Wird die A. femoralis communis geöffnet, so steigt der Druck auf 110/90 mm Hg. an.

Würde die A. profunda femoris nicht einen Grunddruck von 60/60 mm Hg. aufweisen, dann könnte der Druck durch den Zufluss aus der A. femoralis communis nicht auf 110/90 mm Hg. ansteigen.

Für die Klinik bedeutet das:

Bei Verschluss der A. ilica externa bzw. der A. femoralis superficialis soll der Zufluss zur A. ilica interna bzw. zur A. profunda femoris frei sein, um die untere Extremität mit Blut zu versorgen. Bei gefäßplastischen Operationen muss man auf einen freien Abfluss dieser Gefäße achten.

Zu Punkt III:

In der Literatur fanden wir keine Angaben über Druckregistrierungen bei Aneurysmen der Stammarterien des Beines.

Unsere Messungen ergaben in keinem Fall eine Druckdifferenz zwischen der Arterie proximal und distal des Aneurysma.

Zu Punkt IV:

Über das Aneurysma arteriovenosum und seine Auswirkungen auf den Kreislauf und das Herz haben verschiedene Autoren berichtet.

Einen Hinweis auf blutige, arterielle Druckmessungen bei arteriovenösen Fisteln fanden wir bei INGEBRIGTSEN (16). Er stellte dabei proximal der arteriovenösen Fistel eine Erhöhung des Blutdruckes gegenüber der gesunden Seite fest.

Bei unseren Druckuntersuchungen im Fistelgebiet haben wir festgestellt:

1. Ebenso wie ein Verschluss führt auch eine arteriovenöse Fistel zur Ausbildung eines Kollateralkreislaufes. Wir bestätigen damit die Angaben von RAU und SCHOOP (12).
3. Es besteht ein Druckgefälle im Fistelgebiet. Am höchsten ist der Druck in der Arterie proximal der Fistel, er fällt in der Arterie distal der Fistel ab und ist im Kurzschlussgebiet am niedrigsten.
3. Bei Abklemmung der Kurzschlussverbindung steigt der Druck in der Arterie proximal und distal der Fistel beträchtlich an.

4. Die Beseitigung der Kurzschlussverbindung eines Aneurysma arteriovenosum bedeutet die Normalisierung der Blutdruckverhältnisse in den abhängigen Gebieten.

G. ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit haben wir bei insgesamt 37 Fällen intraoperative, blutige Druckmessungen durchgeführt. Der Druck wurde durch Arterienpunktion registriert. Die Druckwelle wurde über einen Rüschkatheter und einen Dreiweghahn einem Druckrezeptor zugeführt, der die mechanischen Druckschwankungen in elektrische Impulse umwandelt, die auf einem Diagramm registriert werden.

Wir zeigen Originalkurven von folgenden Untersuchungen:

I. DRUCKMESSUNGEN PROXIMAL UND DISTAL ISOLIERTER VERSCHLÜSSE DER ARTERIEN DER BEINE.

Ergebnisse:

Die Messung distal eines Strombahnhindernisses zeigt gegenüber der proximalen einen erheblichen Druckabfall. Beträgt der Druck unter 50 mm Hg., so ist keine Amplitude festzustellen. Dabei spielt die Höhe des zentralen Drucks keine Rolle. Die Druckanstiegszeit ist distal des Hindernisses wesentlich länger als proximal.

II. BEOBACHTUNGEN ÜBER DEN ZU- UND ABFLUSS BEI OBLITERIERENDEN PROZESSEN DER STAMMARTERIEN DES BECKENS UND DER BEINE.

Ergebnisse:

Die isolierten Druckmessungen an der A. profunda femoris entsprechen der klinischen Bedeutung dieser Arterie für die Kollateralisation bei Verschlüssen der A. femoralis superficialis.

III. DRUCKUNTERSUCHUNGEN BEI ANEURYSMEN DER EXTREMITÄTEN.

Ergebnisse:

Aneurysmen haben auf Druckablauf und Druckhöhe zentral und peripher des Aneurysma-sackes keinen Einfluss.

IV. DRUCKUNTERSUCHUNGEN BEIM ANEURYSMA ARTERIOVENOSUM.

Ergebnisse:

Eine arteriovenöse Fistel bildet einen Kollateralkreislauf aus.

Im Fistelgebiet besteht ein Druckgefälle.

Bei Abklemmung der Kurzschlussverbindung steigt der Druck in der Arterie.

Neue Gesichtspunkte können sich aus Untersuchungen über das Volumen und die Geschwindigkeit der Blutströmung ergeben.

H. SCHRIFTTUM

1. WEZLER und SING, Das Strömungsgesetz des Kreislaufs. 1953, zitiert aus (7).
2. REIN, Physiologie des Menschen, 1956, S.100.
3. SCHENK, zitiert aus WAIBEL und SZILIGYI, Zur Hämodynamik der Gefäßtransplantationen. I. Die Beziehung der Durchmesser von Transplantat und Arterie. Zitiert aus Langenbecks Archiv für Chirurgie, 293, 1959/60, S.49.
4. SCHMITZ, SPRANGER, HERINK, Veränderungen der peripheren Hämodynamik nach Homoio- und Allotransplantaten. Zitiert aus Langenbecks Archiv für Chirurgie, Bd. 291, 1959, S.233.
5. HESS, Die obliterierenden Gefässerkrankungen unter besonderer Berücksichtigung der arteriellen Durchblutungsstörungen der Extremitäten. 1959, S.224-228, 229, 235, 236.
6. EDHOLM, HOWARTH und SHARPEY-SCHAFFER, zitiert aus (7).
7. RATSCHOW, Angiologie, S.109, 111.
8. NOTHNAGEL, zitiert aus SCHRADER, Die Klinik der arteriellen Thrombosen im Beckenbereich. 1955, S.79.
9. HASSE, RAU, SCHOOP, Angiographische Befunde an Amputationsstümpfen. Ztschr. für Kreislaufforschung. 1960 Bd. 49, S.327.
10. SCHOOP, Die Entwicklungsbedingungen des arteriellen Kollateralkreislaufs. Zitiert aus Ärztliche Wschr. 15, S.45-50, 1960.
11. GEORGE C. MORRIS, Jr., WILLIAM EDWARDS, DENTON A. COOLEY, E. STANLEY CRAWFORD, and MICHAEL E. DE BAKEY; HOUSTON, TEXAS, U.S.A., Surgical Importance of Profunda Femoris Artery. Archives of Surgery, January 1961, Vol 82 pp 32-37.
12. RAU und SCHOOP. Die Entwicklung des Kollateralkreislaufs. Zitiert aus Ärztliche Forschung, 1960, I, S.193.
13. HOWARTH, ISRAEL, FICK und RECKLINGHAUSEN. Zitiert aus (5).
14. SUNDER-PLESSMANN, RATSCHOW, MALAN, LOOSE, zitiert aus MEYERBURGDORFF. Experimentell klinische Studie über arterielle Verschlusskrankheiten der Extremitäten und ihre Behandlung. Zitiert aus Langenbecks Archiv für Chirurgie, 294, 1960, S.47.
15. OLOVSON. Zitiert aus SCHRADER (11).

16. INGEBRIGTSEN. Local blood pressure in relation to congenital art.-ven. fistulae of the extremities. Zitiert aus Zentralorgan für Chirurgie, 1960, Bd.11, S.276.
17. MEISNER. Über Druckkurven der Stammarterien des Beines proximal obliterierender Prozesse mittels Arterienpunktion registriert.
18. SCHINDLER. Über direkte intraoperative Messungen des arteriellen Druckes proximal und distal von Stenosen und Verschlüssen bei obliterierender Arteriopathie vor und nach der Gefäßplastik.
19. HEBERER, BONHOEFFER und RAU. Die rekonstruktive Behandlung des chronischen Aorta-Ilica Verschlusses. Zitiert aus Langenbecks Archiv für Chirurgie, 294, S.250.

Herrn Professor Dr. R. ZENKER danke ich für die Möglichkeit an der Chirurgischen Universitätsklinik die für die vorliegende Arbeit benötigten Blutdruckmessungen anzufertigen.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. L. SCHLICHT für die Überlassung des Themas und die stets hilfsbereite, tatkräftige Unterstützung bei der Anfertigung der Arbeit.

Die Untersuchung der Patienten und die Auswertung der Ergebnisse habe ich in zweijähriger, enger Zusammenarbeit mit Herrn G. BÄR durchgeführt. Dafür gilt ihm mein aufrichtiger Dank.

LEBENS LAUF

Am 4. November 1935 wurde ich, Hans BEGEMANN, als Sohn des Dipl.Ing. Hans Begemann und seiner Ehefrau Erna, geb. Giesselmann in Berlin geboren.

Von September 1942 bis Februar 1947 besuchte ich die Volksschulen in Berlin-Tegel, Bad Dürrheim, Stelingen und Detmold.

Im April 1947 trat ich in den naturwissenschaftlich-mathematischen Zweig des Gymnasiums Leopoldinum II in Detmold ein, wo ich im Februar 1956 die Reifeprüfung mit Erfolg ablegte.

Im Sommersemester 1956 begann ich an der Universität München Medizin zu studieren. Im Oktober 1958 legte ich dort das medizinische Vorexamen ab.

Danach studierte ich auch weiterhin in München und legte hier am 11. Dezember 1961 das medizinische Staatsexamen mit Erfolg ab.

